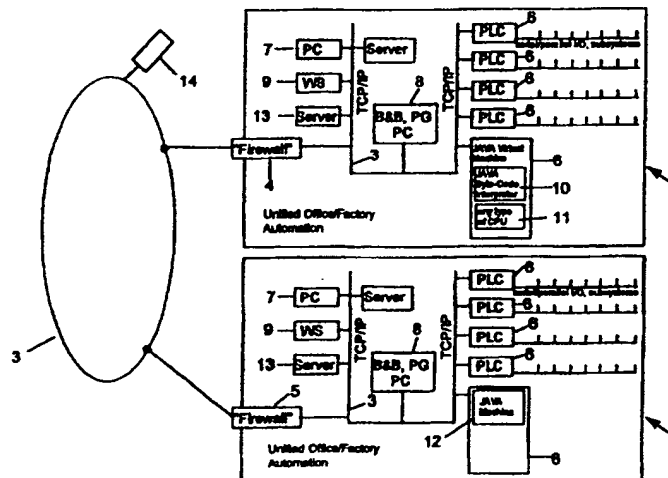


<p>(51) Internationale Patentklassifikation ⁶ : G05B 19/418</p>	<p>A1</p>	<p>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 97/26587</p> <p>(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 24. Juli 1997 (24.07.97)</p>
<p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE97/00068</p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: 16. Januar 1997 (16.01.97)</p> <p>(30) Prioritätsdaten: 296 00 609.2 17. Januar 1996 (17.01.96) DE 296 22 133.3 19. December 1996 (19.12.96) DE</p> <p>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, D-80333 München (DE).</p> <p>(72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): STRIPF, Wolfgang [DE/DE]; Friedrich-Naumann-Strasse 101, D-76187 Karlsruhe (DE). WENDEL, Volker [DE/DE]; Gräfensteinstrasse 19, D- 76767 Hagenbach (DE).</p>	<p>(81) Bestimmungsstaaten: CN, CZ, HU, JP, KR, PL, SG, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p> <p>Veröffentlicht Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist. Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</p>	

(54) Title: AUTOMATION DEVICE

(54) Bezeichnung: AUTOMATISIERUNGSGERÄT



(57) Abstract

The invention concerns an automation device suitable for use in a globally distributed automation interconnection. The invention further concerns a universal management, engineering and information system for a globally distributed automation interconnection of this type. The invention is used in a globally distributed automation interconnection.

(57) Zusammenfassung

Es wird ein Automatisierungsgerät vorgeschlagen, welches für einen Einsatz in einem global verteilten Automatisierungsverbund geeignet ist. Darüber hinaus ist ein universelles Management-Engineering- und Informationssystem für einen derartigen global verteilten Automatisierungsverbund angegeben. Die Erfindung wird angewandt in einem global verteilten Automatisierungsverbund.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AM	Armenien	GB	Vereinigtes Königreich	MX	Mexiko
AT	Österreich	GE	Georgien	NE	Niger
AU	Australien	GN	Guinea	NL	Niederlande
BB	Barbados	GR	Griechenland	NO	Norwegen
BE	Belgien	HU	Ungarn	NZ	Neuseeland
BF	Burkina Faso	IE	Irland	PL	Polen
BG	Bulgarien	IT	Italien	PT	Portugal
BJ	Benin	JP	Japan	RO	Rumänien
BR	Brasilien	KE	Kenya	RU	Russische Föderation
BY	Belarus	KG	Kirgisistan	SD	Sudan
CA	Kanada	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SE	Schweden
CF	Zentrale Afrikanische Republik	KR	Republik Korea	SG	Singapur
CG	Kongo	KZ	Kasachstan	SI	Slowenien
CH	Schweiz	LJ	Liechtenstein	SK	Slowakei
CI	Côte d'Ivoire	LK	Sri Lanka	SN	Senegal
CM	Kamerun	LR	Liberia	SZ	Swasiland
CN	China	LT	Litauen	TD	Tschad
CS	Tschechoslowakei	LU	Luxemburg	TG	Togo
CZ	Tschechische Republik	LV	Lettland	TJ	Tadschikistan
DE	Deutschland	MC	Monaco	TT	Trinidad und Tobago
DK	Dänemark	MD	Republik Moldau	UA	Ukraine
EE	Estland	MG	Madagaskar	UG	Uganda
ES	Spanien	ML	Mali	US	Vereinigte Staaten von Amerika
FI	Finnland	MN	Mongolei	UZ	Usbekistan
FR	Frankreich	MR	Mauretanien	VN	Vietnam
GA	Gabon	MW	Malawi		

Beschreibung

Automatisierungsgerät

- 5 Die Erfindung betrifft ein Automatisierungsgerät gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Ferner betrifft die Erfindung ein universelles, verteiltes und durchgängiges Automatisierungs- und Management-Engineering- und Informationssystem.
- 10 Ein Automatisierungsgerät mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1 ist aus dem Siemens-Katalog ST 70, Ausgabe 1995, bekannt. Ein Anwender erstellt mit einem Programmiergerät ein Programm zur Steuerung eines technischen Prozesses, das Software-Funktionsbausteine, z. B. in Form von Organisa-
- 15 tionsbausteinen, Programmbausteinen und Instanzdatenbausteinen, umfaßt. Das Automatisierungsgerät ist mit dem Programmiergerät über ein Bussystem verbunden, über welches das Programmiergerät das Steuerprogramm in das Automatisierungsgerät überträgt. Ferner ist ein Bedien- und Beobachtungsgerät
- 20 an das Bussystem anschließbar, das zur Prozeßführung vorgesehen ist und welches die Darstellung von mehrere Bildobjekte umfassenden Prozeßbildern ermöglicht.
- Häufig ist es erforderlich, daß Software-Funktionsbausteine
- 25 eines Steuerprogramms von einem Automatisierungsgerät eines Fertigungsstandortes oder aus einem Software-Pool dieses Fertigungsstandortes in ein Automatisierungsgerät eines anderen Fertigungsstandortes zu übertragen sind. Insbesondere wenn die Fertigungsstandorte sehr weit voneinander entfernt
- 30 sind, z. B. wegen einer Globalisierung von Fertigungsaktivi-

täten, werden diese Software-Funktionsbausteine über das globale Netzwerk „INTERNET“ übertragen. Dazu sind Server mit geeigneten Kommunikationsschnittstellen notwendig, die einerseits das INTERNET-Kommunikationsprotokoll und andererseits das Kommunikationsprotokoll der Automatisierungsgeräte ermöglichen. Aufgrund dieser unterschiedlichen Protokolle und der Architektur der Automatisierungsgeräte ist eine Einbindung der Software-Funktionsbausteine zur Laufzeit des Steuerprogramms nicht möglich, insbesondere dann nicht, wenn Automatisierungsgeräte unterschiedlicher Hersteller mit diesen Software-Funktionsbausteinen zu versorgen sind.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Automatisierungsgerät der eingangs genannten Art zu schaffen, welches für einen Einsatz in einem global verteilten Automatisierungsverbund geeignet ist.

Darüber hinaus ist ein universelles Management-Engineering-System in Form eines Programmiergeräts sowie eines Bedien- und Beobachtungsgeräts für einen global verteilten Automatisierungsverbund und ferner ein Management-Engineering- und Informationssystem in Form von Workstations und Datenbank-Servern anzugeben.

Diese Aufgabe wird im Hinblick auf das Automatisierungsgerät durch ein Automatisierungsgerät der eingangs genannten Art mit den im kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 angegebenen, im Hinblick auf ein universelles Management-Engineering-System durch die in den Merkmalen des Anspruchs 6 sowie des Anspruchs 10 angegebenen Maßnahmen gelöst.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Anhand der Zeichnung, in der ein Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt ist, werden nachfolgend die Erfindung, deren Ausgestaltungen und Vorteile näher erläutert.

Es zeigen

- Figur 1 ein universelles, verteiltes Automatisierungs- und Management-Engineering- und Informationssystem in schematischer Darstellung,
- Figur 2 ein Programmübersetzungs-Strukturbild und Figuren 3 und 4 Software-Funktionsbaustein-Ablaufsysteme (PLC-Object-Engine-Systeme).

Zwei Fertigungsstandorte 1 und 2 eines global verteilten Automatisierungsverbundes sind über ein an sich bekanntes globales Netzwerk „INTERNET“ 3 miteinander verbunden, wobei geeignete Einrichtungen 4, 5 vorgesehen sind, die verhindern, daß Unberechtigte Daten in die datenverarbeitenden Komponenten der Fertigungsstandorte 1, 2 übertragen. Die Fertigungsstandorte 1, 2 umfassen mehrere jeweils mit einer INTERNET-Kommunikationsschnittstelle versehene Geräte in Form von Automatisierungsgeräten 6, Programmiergeräten 7, Bedien- und Beobachtungsgeräten 8 und Workstations 9. Diese INTERNET-Kommunikationsschnittstellen ermöglichen eine TCP/IP-Protokoll-Kommunikation der Geräte untereinander. Es ist eine wesentliche Anforderung an ein Automatisierungsgerät, das während eines Steuerbetriebs ein aus mehreren Software-

- Funktionsbausteinen gebildetes Steuerprogramm zyklisch und/oder interruptgesteuert bearbeitet, daß diese Software-Funktionsbausteine ladbar und zur Laufzeit des Steuerprogramms in dieses einbindbar ausgebildet sind. Damit diese
- 5 Anforderung erfüllt ist und die Software-Funktionsbausteine über das INTERNET und die INTERNET-Kommunikationsschnittstelle direkt in ein Automatisierungsgerät ladbar und zur Laufzeit des Steuerprogramms in dieses einbindbar sind, sind die Software-Funktionsbausteine objektorientiert ausgebildet.
- 10 Die Software-Funktionsbausteine sind über das INTERNET dynamisch ladbar und erweiterbar, und das Automatisierungsgerät ist mit einer Software-Funktionsbaustein-Ablaufsteuerung (PLC-Object-Engine-System) versehen, die diese Software-Funktionsbausteine in das Steuerprogramm einbindet und während des Steuerbetriebs bearbeitet.
- 15 Eine Programmiersprache, die einen objektorientierten Code aus einer Quellsprache erzeugt und für einen Einsatz im INTERNET vorgesehen ist, ist aus dem Buch „Java!“, Tim Ritchey, published 1995 by New Riders Publishing, bekannt.
- 20 Dort ist eine Quellsprache „JAVA C“ beschrieben, aus der ein objektorientierter Java-Bytecode erzeugbar ist. Weitere vorteilhafte Eigenschaften dieses Sprachmittels sind insbesondere die Portabilität des Codes sowie die Mechanismen zur Fehlerbehandlung. Durch die Portabilität des Codes wird
- 25 sichergestellt, daß ein Automatisierungsgerät mit einer Ablaufsteuerung in Form eines Java-Bytecode-Interpreters 10 unabhängig von einer Prozessor-Hardware-Architektur 11 des Automatisierungsgerätes (herstellerunabhängig) die dem Automatisierungsgerät über das INTERNET zugeführten Java-Funktionsbausteine bearbeiten kann. Aus Gründen der Performance
- 30

ist es allerdings vorteilhaft, das Automatisierungsgerät mit einem Java-Prozessor 12 zu versehen, der den Java-Code direkt verarbeitet.

- 5 Die Portabilität eines objektorientierten Codes wird in Figur 2 verdeutlicht, in der ein Programmübersetzungs-Strukturbild dargestellt ist.

Ein Anwender erstellt mit einem Programmiergerät nach Maßgabe einer zu lösenden Steueraufgabe ein Steuerprogramm in Form
10 eines Kontaktplanes KOP, eines Funktionsplans FuP, einer Anweisungsliste AWL oder in einer sonstigen geeigneten, z. B. in der Norm IEC 1131 beschriebenen, Form. Das Programmiergerät übersetzt auf Anwenderebene das Steuerprogramm in eine
15 Quellsprache Qu, z. B. in die Quellsprache „JAVA C“, oder direkt (in der Figur mit unterbrochenen Linien dargestellt) in eine objektorientierte Maschinensprache Ms, z. B. in den Java-Bytecode, die in Automatisierungsgeräte AG1, AG2, AG3, AG4 unterschiedlicher Architektur geladen wird. Auf Anwender-
20 ebene ist zur Erstellung der Maschinencodes nur ein Compiler für alle Automatisierungsgeräte erforderlich. Es ist angenommen, daß das Automatisierungsgerät AG4 einen Code-Generator G für die Verarbeitung der Maschinensprache Ms aufweist, wodurch dieses Automatisierungsgerät AG4 den Code direkt verarbeiten kann. Ferner ist angenommen, daß die Automatisie-
25 rungsgeräte AG1, AG2, AG3 nicht mit einem derartigen Code-Generator versehen sind, sondern unterschiedliche Prozessoren PR1, PR2, PR3 umfassen. Damit die Automatisierungsgeräte AG1, AG2, AG3 den Code MS verarbeiten können, sind diese Automatisierungsgeräte jeweils mit einem Code-Interpreter IP1, IP2,
30 IP3 versehen. Diese Interpreter IP1, IP2, IP3 erzeugen wäh-

rend der Laufzeit des Steuerprogramms jeweils einen durch die Prozessoren PR1, PR2, PR3 interpretierbaren Code.

Die Programmierung der objektorientierten Software-Funktions-
5 bausteine erfolgt durch die jeweiligen Programmiergeräte 7
(Figur 1) der Fertigungsstandorte 1, 2 oder durch ein eben-
falls an das INTERNET angeschlossenes Programmiergerät 14.
Neben den Bedien- und Beobachtungsgeräten 8 und den Work-
stations 9 sind diese Programmiergeräte 8, 14 Bestandteile
10 des Management-Engineering-Systems. Die Programmiergeräte
führen diese Softwarebausteine den entsprechenden Automati-
sierungsgeräten über die jeweilige INTERNET-Kommunikations-
schnittstelle und das INTERNET zu. Für den Fall, daß z. B.
Bausteine geändert werden müssen, überträgt zunächst das
15 Automatisierungsgerät 6 oder ein Server 13 einem der Pro-
grammiergeräte 7 den entsprechenden Software-Funktionsbau-
stein über das INTERNET. Schließlich ergänzt bzw. modifiziert
das Programmiergerät 7 diesen Baustein und kann ihn wieder in
eines der Automatisierungsgeräte übertragen. Das Programmier-
20 gerät ist ferner mit einem Software-Funktionsbaustein-Ablauf-
system (PLC-Object-Engine-System; Bos, ExE, Wd, IO) versehen,
das zur Simulation des Steuerprogramms vorgesehen ist.

Die Prozeßbedienung und Prozeßführung der zu steuernden Pro-
25 zesse in den Fertigungsstandorten 1, 2 erfolgt durch eben-
falls an das INTERNET anschließbare und am INTERNET betreib-
bare Bedien- und Beobachtungsgeräte 8. Ein Bedien- und Beob-
achtungsgerät 8, z. B. das Bedien- und Beobachtungsgerät 8
des Fertigungsstandortes 1, erzeugt ein Bedien- und Beobach-
30 tungs-Softwarebausteine umfassendes Bedien- und Beobachtungs-

programm zur Erstellung und Darstellung eines mehrere Bild-
objekte umfassenden Prozeßbildes, wobei die Bildobjekte zu
Software-Funktionsbausteinen des Steuerprogramms in Beziehung
(in Wechselwirkung) stehen. Die Bedien- und Beobachtungs-
5 Softwarebausteine sind objektorientiert ausgebildet und di-
rekt über das INTERNET übertragbar. Es ist selbstverständlich
möglich, das Prozeßbild auf dem Programmiergerät 7 zu erstel-
len und zur Prozeßführung über das INTERNET dem Bedien- und
Beobachtungsgerät 8 zuzuführen.

10

Um in Automatisierungssystemen hohen Ausbaugrades die Anzahl
der in ein Automatisierungsgerät eingebauten Ein- und Aus-
gabekomponenten zu verringern, werden dezentrale Subsysteme,
z. B. in Form von intelligenten Feldgeräten, eingesetzt. Das
15 verteilte Automatisierungs- und Management-Engineering-System
weist ein hier nicht dargestelltes intelligentes Feldgerät
auf, welchem mindestens ein Software-Funktionsbaustein eines
Steuerprogramms zuführbar ist, welches das Feldgerät während
eines Steuerbetriebs zyklisch und/oder interruptgesteuert
20 bearbeitet, wobei der Software-Funktionsbaustein ladbar und
zur Laufzeit des Steuerprogramms in dieses einbindbar aus-
gebildet ist. Die Software-Funktionsbausteine sind objekt-
orientiert ausgebildet und über das INTERNET und eine
INTERNET-Kommunikationsschnittstelle des Feldgerätes in
25 dieses ladbar, wobei das Feldgerät ein Software-Funktions-
baustein-Ablaufsystem (PLC-Object-Engine-System; Bos, ExE,
Wd, IO) zur Einbindung des Software-Funktionsbausteins SF01,
..., SF04 und Bearbeitung des Steuerprogramms aufweist.

- Im folgenden wird auf Figur 3 und 4 verwiesen, in denen ein Software-Funktionsbaustein-Ablaufsystem (PLC-Object-Engine-System) eines Automatisierungsgerätes und/oder eines intelligenten Feldgerätes und/oder eines Programmiergerätes (zur Simulation eines Steuerprogramms) dargestellt ist. Es ist zunächst angenommen, daß ein Steuerprogramm zyklisch zu bearbeiten ist (Figur 3), was bedeutet, daß unabhängig von den Signalzuständen von Prozeßein- und -ausgängen eines zu steuernden technischen Prozesses z. B. die CPU eines Automatisierungsgerätes zyklisch
- a. die Signalzustände der Prozeßeingänge abfragt und in einem Prozeßabbild der Eingänge hinterlegt,
 - b. entsprechend den Vorgaben des zu bearbeitenden Steuerprogramms dieses schrittweise abarbeitet und
 - c. die errechneten Signalzustände in einem Prozeßabbild der Ausgänge hinterlegt, wobei diese Signalzustände von dort zu den Prozeßausgängen gelangen.

- Wesentliche Bestandteile des Software-Funktionsbaustein-Ablaufsystems sind objektorientiert programmierte Einheiten in Form eines Bootstraps Bos, eines Ein-/Ausgabe-Moduls IO, eines Exe-Engine-Objekts ExE und eines Watchdogs Wd. Der Watchdog Wd braucht selbstverständlich nicht als Softwaremodul ausgebildet sein, sondern kann hardwaremäßig verwirklicht werden. In einem praktischen Ausführungsbeispiel der Erfindung sind die Einheiten Exe-Engine-Objekt ExE und Watchdog Wd sogenannte „threads“. Die Funktions- und Wirkungsweise eines „threads“ ist aus der Druckschrift „Supporting Microsoft Windows 95, Student Workbook“, 07/95, der Fa. Microsoft bekannt und braucht daher nicht näher

erläutert zu werden. In der Bootstrap-Einheit Bos sind eine Klasse von Software-Funktionsbausteinen und eine Klasse von Ein-/Ausgabe-Modulen hinterlegt. Diese Klassen werden z. B. von einem Anwender entsprechend den Vorgaben einer zu lösenden Steuerungsaufgabe auf einem Programmiergerät erstellt und z. B. in ein Automatisierungsgerät oder in ein Feldgerät übertragen. Die Bootstrap-Einheit Bos erzeugt vor Beginn des Steuerbetriebes aus der Klasse Software-Funktionsbausteine Software-Funktionsbaustein-Objekte und aus der Klasse Ein-/Ausgabe-Module Ein-/Ausgabe-Modul-Objekte. Im vorliegenden Beispiel sind lediglich vier Software-Funktionsbaustein-Objekte SF01 ... SF04 und ein Ein-/Ausgabe-Modul-Objekt IO dargestellt, in welchem ein Prozeßabbild von Ein- und Ausgängen hinterlegt ist und welchem Signalzustände von Prozeßeingängen des technischen Prozesses zuführbar sind und durch welches Signalzustände Prozeßausgängen dieses technischen Prozesses zuführbar sind. Ferner führt die Bootstrap-Einheit Bos zu Beginn des Steuerbetriebs dem Exe-Engine-Objekt ExE eine Liste der zu bearbeitenden Software-Funktionsbaustein-Objekte SF01 ... SF04 zu. Zu Beginn des Steuerbetriebes überträgt die Bootstrap-Einheit Bos eine Nachricht N_{as} (Methodenaufruf), wodurch das Exe-Engine-Objekt ExE gestartet wird. In einem ersten Bearbeitungsschritt führt das Exe-Engine-Objekt ExE dem Watchdog Wd eine Nachricht N_{aw} zu, was bewirkt, daß der Watchdog Wd die Zykluszeit des Exe-Engine-Objekts ExE überwacht. Für den Fall, daß das Exe-Engine-Objekt ExE die vorgesehene Zykluszeit überschreitet, setzt der Watchdog Wd das Exe-Engine-Objekt ExE zurück, indem der Watchdog Wd dem Exe-Engine-Objekt ExE eine Nachricht N_{ar} überträgt. Ferner setzt der Watchdog Wd im Falle der Zyklus-

zeitüberschreitung die Ausgänge des Prozeßabbildes und die Prozeßausgänge zurück, wobei der Watchdog Wd dazu dem Ein-/Ausgabe-Modul-Objekt IO eine Nachricht Nia zuführt.

Nachdem das Exe-Engine-Objekt ExE den Watchdog Wd gestartet
5 hat, nimmt das Exe-Engine-Objekt ExE den Steuerbetrieb auf und führt zunächst einen Bearbeitungszyklus aus, welcher die Schritte umfaßt:

- 10 A) Aktualisieren der Eingänge des Prozeßabbildes, indem das Exe-Engine-Objekt ExE die Eingangssignalzustände des Prozeßabbildes aus dem Ein-/Ausgabe-Modul-Objekt IO ausliest, wobei die Signalzustände durch einen Methodenauf
Nae zwischen den Objekten ausgetauscht werden,
- B) Bearbeiten jeweils eines Bearbeitungsschrittes der Software-Funktionsbaustein-Objekte SFO1 ... SFO4, wobei das
15 Exe-Engine-Objekt ExE entsprechende Methodenauf
... NSF4 den Software-Funktionsbaustein-Objekten SF01 ... SF04 zuführt, die Software-Funktionsbaustein-Objekte SF01 ... SFO4 über Methodenauf
Nso auf das Prozeßabbild des Ein-/Ausgabe-Modul-Objekts IO zugreifen, und schließlich
- 20 C) Aktualisieren der Ausgänge des Prozeßabbildes, indem das Exe-Engine-Objekt ExE die Ausgänge des Prozeßabbildes im Ein-/Ausgabe-Modul-Objekt IO einschreibt, wobei wiederum die Signalzustände durch einen Methodenauf
Naa zwischen den Objekten ausgetauscht werden.

25

Das Ein-/Ausgabe-Modul-Objekt IO versorgt über geeignete Schnittstellen die Prozeßausgänge des zu steuernden technischen Prozesses und - wie beschrieben - die Software-Funktionsbaustein-Objekte SFO1 ... SFO4 mit den Ein- und Aus-
30 gangssignalzuständen des Prozeßabbildes.

Es wird nun der Fall angenommen, daß ein Steuerprogramm interruptgesteuert zu bearbeiten ist (Figur 4), was bedeutet, daß im Falle von Signalzustandsänderungen an einem der Prozeßeingänge eines zu steuernden technischen Prozesses unverzüglich geeignete Steuermaßnahmen zu ergreifen sind. Die in den Figuren 3 und 4 gleichen Teile sind mit gleichen Bezugszeichen versehen. Im folgenden werden nur die Unterschiede zu der zyklischen Bearbeitung des Steuerprogramms beschrieben (Figur 3). Im Falle der interruptgesteuerten Bearbeitung des Steuerprogramms überträgt die Bootstrap-Einheit Bos zu Beginn des Steuerbetriebs dem Exe-Engine-Objekt ExE nicht wie im Falle einer zyklischen Bearbeitung die Liste der zu bearbeitenden Software-Funktionsbaustein-Objekte, sondern eine Liste von „aufzurufenden“ Software-Funktionsbaustein-Objekten pro Prozeßeingang. Das bedeutet, jedem Prozeßeingang ist ein Software-Funktionsbaustein-Objekt zugeordnet und bei einer Signalzustandsänderung an einem Prozeßeingang ist das diesem Eingang zugeordnete Software-Funktionsbaustein-Objekt zu starten. Im Unterschied zur zyklischen Bearbeitung im Hinblick auf den Bearbeitungsschritt B) führt das Exe-Engine-Objekt ExE während des Bearbeitungszyklus einen Schritt D) aus, welcher umfaßt:

D) Feststellen von Signalzustandsänderungen an den Eingängen des Prozeßabbildes und Bearbeiten der diesen Eingängen zugeordneten Software-Funktionsbaustein-Objekte.

Die in einem Unternehmen anfallenden weiteren Aufgaben wie Materialwirtschaft, Fertigungsplanung, Personaleinsatz usw. sind unter dem Oberbegriff Management-Informationssysteme zusammengefaßt und werden durch ebenfalls an das INTERNET

angeschlossene Workstations oder Server bearbeitet. Sie bedienen sich großer Datenbanken, die persistente objekt-orientierte Software-Funktionsbausteine als Repräsentanten von Teilprozessen halten und bei Bedarf zum Ablauf bringen.

5

Die Software-Funktionsbausteine des Automatisierungsgerätes sowie des intelligenten Feldgerätes sind im Hinblick auf Entwurf, Projektierung, Programmierung von Automatisierungsaufgaben und Kommunikation zwischen den Komponenten des
10 Automatisierungsverbundes kompatibel zu denen im Management-Engineering-System und zu denen im Management-Engineering- und Informationssystem. Aufgabenerweiterungen bzw. Aufgabenverlagerungen sind dadurch übersichtlich und einfacher als bisher zu bewerkstelligen.

15

Durch die Erfindung wird ein durchgängiges Automatisierungssystem geschaffen, das einen weltweiten Betrieb ermöglicht. Die aus dem Stand der Technik bekannte weitgehende Entkopplung von Automatisierungsgeräten und Standard-Computern wird
20 vermieden. Es wird die Möglichkeit eröffnet, sämtliche Unternehmenselemente wie Prozesse, Ressourcen und Organisationen objektorientiert zu modellieren. Die Implementierung von Software aus diesen Objektmodellen heraus erfolgt über eine einheitliche Werkzeugkette im Rahmen einer durchgängigen
25 Architektur. In der Prozeßoptimierungs- bzw. -änderungsphase sind durch eine Verschiebung von Objekten einfache Softwareanpassungen möglich. Ferner wird eine weltweite, flexible und verteilte Fertigung mit zentraler Planung, Simulation und Optimierung ermöglicht.

30

Patentansprüche

1. Automatisierungsgerät, welchem Software-Funktionsbausteine eines Steuerprogramms zuführbar sind, welches das Automatisierungsgerät während eines Steuerbetriebs zyklisch und/oder interruptgesteuert bearbeitet, wobei die Software-Funktionsbausteine ladbar und zur Laufzeit des Steuerprogramms in dieses einbindbar ausgebildet sind, dadurch gekennzeichnet,
- 5
- 10 - daß die Software-Funktionsbausteine (SF01, ..., SF04) objektorientiert ausgebildet und über das INTERNET und eine INTERNET-Kommunikationsschnittstelle des Automatisierungsgerätes in dieses ladbar sind und
- daß das Automatisierungsgerät ein Software-Funktionsbaustein-Ablaufsystem (PLC-Object-Engine-System; Bos, ExE, Wd, IO) zur Einbindung der Software-Funktionsbaustein-Objekte (SF01, ..., SF04) und zur Bearbeitung des Steuerprogramms aufweist.
- 15
- 20 2. Automatisierungsgerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
- daß das Software-Funktionsbaustein-Ablaufsystem ein Exe-Engine-Objekt (ExE), einen Watchdog (Wd), einen Bootstrap (Bos) und ein Ein-/Ausgabe-Modul-Objekt (IO) umfaßt, in
- 25 welchem ein Prozeßabbild von Ein- und Ausgängen hinterlegbar ist und welchem Signalzustände von Prozeßeingängen zuführbar sind und durch welches Signalzustände Prozeßausgängen zuführbar sind,
- daß der Bootstrap (Bos) vor Beginn des Steuerbetriebes die
- 30 Software-Funktionsbaustein-Objekte (SF01, ..., SF04) und

das Ein-/Ausgabe-Modul-Objekt (IO) erzeugt sowie dem Exe-Engine-Objekt (ExE) zuführt:

- für den Fall einer zyklischen Bearbeitung des Steuerprogramms eine Liste der zu bearbeitenden Software-Funktionsbaustein-Objekte (SF01, ..., SF04),
- für den Fall einer interruptgesteuerten Bearbeitung des Steuerprogramms eine Liste der zu bearbeitenden Software-Funktionsbaustein-Objekte (SF01, ..., SF04) für jeden Prozeßeingang,
- daß der Bootstrap (Bos) zu Beginn des Steuerbetriebes das Exe-Engine-Objekt (ExE) startet, welches zunächst den Watchdog (Wd) startet, welcher beim Überschreiten der Zykluszeit das Exe-Engine-Objekt (ExE) zurücksetzt, und anschließend zyklisch
- die Eingänge des Prozeßabbildes aktualisiert,
- für den Fall einer zyklischen Bearbeitung des Steuerprogramms jeweils einen Bearbeitungsschritt der Software-Funktionsbaustein-Objekte (SF01, ..., SF04) bearbeitet,
- für den Fall einer interruptgesteuerten Bearbeitung des Steuerprogramms Änderungen von Signalzuständen an den Eingängen feststellt und die diesen Eingängen zugeordneten Software-Funktionsbaustein-Objekte (SF01, ..., SF04) bearbeitet,
- die Ausgänge des Prozeßabbildes aktualisiert.

3. Automatisierungsgerät nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Exe-Engine-Objekt (ExE) sowie der Watchdog (Wd) als „threads“ ausgebildet sind.

4. Automatisierungsgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Kommunikationsschnittstelle eine TCP/IP-Protokoll-Kommunikation ermöglicht.
- 5 5. Automatisierungsgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Software-Funktionsbausteine (SF01, ..., SF04) Java-bytecodiert sind und in der Programmiersprache „JAVA C“ oder in einer Programmiersprache nach der Norm IEC 1131 erstellbar sind.
- 10 6. Programmiergerät zur Erstellung von Software-Funktionsbausteinen eines Steuerprogramms, das einem Automatisierungsgerät zuführbar ist, welches während eines Steuerbetriebs das Steuerprogramm zyklisch und/oder interruptgesteuert bearbeitet, wobei die Software-Funktionsbausteine ladbar und zur Laufzeit des Steuerprogramms in dieses einbindbar ausgebildet sind,
- 15 dadurch gekennzeichnet,
- daß das Programmiergerät die Software-Funktionsbausteine (SF01, ..., SF04) objektorientiert ausgebildet erstellt,
 - 20 - daß das Programmiergerät dem Automatisierungsgerät über das INTERNET und eine INTERNET-Kommunikationsschnittstelle des Programmiergerätes die Software-Funktionsbausteine (SF01, ..., SF04) zuführt und/oder
 - 25 - daß dem Programmiergerät über das INTERNET und die INTERNET-Kommunikationsschnittstelle die Software-Funktionsbausteine (SF01, ..., SF04) zuführbar sind.
7. Programmiergerät nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Programmiergerät zur Simulation des
- 30

Steuerprogramms ein Software-Funktionsbaustein-Ablaufsystem (PLC-Object-Engine-System; Bos, ExE, Wd, IO) aufweist.

8. Programmiergerät nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Kommunikationsschnittstelle eine TCP/IP-Protokoll-Kommunikation ermöglicht.
9. Programmiergerät nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Software-Funktionsbausteine (SF01, ..., SF04) in der auf dem Programmiergerät ablauffähigen Programmiersprache „JAVA C“ oder in einer Programmiersprache nach der Norm IEC 1131 erstellbar und durch das Programmiergerät Java-bytecodiert übersetzbar sind.
10. Bedien- und Beobachtungsgerät mit Bedien- und Beobachtungs-Softwarebausteinen eines Bedien- und Beobachtungsprogramms zur Erstellung und Darstellung eines mehrere Bildobjekte umfassenden Prozeßbildes, das zur Prozeßführung vorgesehen ist, wobei die Bildobjekte zu Software-Funktionsbausteinen eines Steuerprogramms in Beziehung stehen, welches ein Automatisierungsgerät während eines Steuerbetriebs bearbeitet, wobei die Bedien- und Beobachtungs-Softwarebausteine ladbar und zur Laufzeit des Bedien- und Beobachtungsprogramms in dieses einbindbar ausgebildet sind, dadurch gekennzeichnet,
- daß das Bedien- und Beobachtungsgerät die Bedien- und Beobachtungs-Softwarebausteine objektorientiert ausgebildet erstellt,
 - daß die Bedien- und Beobachtungs-Softwarebausteine durch das Bedien- und Beobachtungsgerät über das INTERNET und

eine INTERNET-Kommunikationsschnittstelle des Bedien- und Beobachtungsgerätes übertragbar sind und/oder

- daß dem Bedien- und Beobachtungsgerät über das INTERNET und die INTERNET-Kommunikationsschnittstelle Bedien- und Beobachtungs-Softwarebausteine und/oder Prozeßgrößen zuführbar sind und
- daß das Bedien- und Beobachtungsgerät ein Bedien- und Beobachtungs-Softwarebaustein-Ablaufsystem (Bedien- und Beobachtungs-Object-Engine-System) zur Bearbeitung der Bedien- und Beobachtungs-Softwarebausteine aufweist.

11. Bedien- und Beobachtungsgerät nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Kommunikationsschnittstelle eine TCP/IP-Protokoll-Kommunikation ermöglicht.

15

12. Bedien- und Beobachtungsgerät nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Bedien- und Beobachtungs-Softwarebausteine in der auf dem Bedien- und Beobachtungsgerät ablauffähigen Programmiersprache „JAVA C“ oder in einer Programmiersprache nach der Norm IEC 1131 erstellbar und durch das Bedien- und Beobachtungsgerät Java-bytecodiert übersetzbar sind.

20

13. Intelligentes Feldgerät, welchem mindestens ein Software-Funktionsbaustein eines Steuerprogramms zuführbar ist, welches das Feldgerät während eines Steuerbetriebs zyklisch und/oder interruptgesteuert bearbeitet, wobei der Software-Funktionsbaustein ladbar und zur Laufzeit des Steuerprogramms in dieses einbindbar ausgebildet ist,

30

dadurch gekennzeichnet,

- daß der Software-Funktionsbaustein (SF01, ..., SF04) objektorientiert ausgebildet und über das INTERNET und eine INTERNET-Kommunikationsschnittstelle des Feldgerätes in dieses ladbar ist und
 - 5 - daß das Feldgerät ein Software-Funktionsbaustein-Ablaufsystem (PLC-Object-Engine-System; Bos, ExE, Wd, IO) zur Einbindung des Software-Funktionsbausteins (SF01, ..., SF04) und Bearbeitung des Steuerprogramms aufweist.
- 10 14. Intelligentes Feldgerät nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet,
- daß das Software-Funktionsbaustein-Ablaufsystem ein Exe-Engine-Objekt (ExE), einen Watchdog (Wd), einen Bootstrap (Bos) und ein Ein-/Ausgabe-Modul-Objekt (IO) umfaßt, in
 - 15 welchem ein Prozeßabbild von Ein- und Ausgängen hinterlegbar ist und welchem Signalzustände von Prozeßeingängen zuführbar sind und durch welches Signalzustände Prozeßausgängen zuführbar sind,
 - daß der Bootstrap (Bos) vor Beginn des Steuerbetriebes die
 - 20 Software-Funktionsbaustein-Objekte (SF01, ..., SF04) und das Ein-/Ausgabe-Modul-Objekt (IO) erzeugt sowie dem Exe-Engine-Objekt (ExE) zuführt:
 - für den Fall einer zyklischen Bearbeitung des Steuerprogramms eine Liste der zu bearbeitenden Software-Funktionsbaustein-Objekte (SF01, ..., SF04),
 - 25 - für den Fall einer interruptgesteuerten Bearbeitung des Steuerprogramms eine Liste der zu bearbeitenden Software-Funktionsbaustein-Objekte (SF01, ..., SF04) für jeden Prozeßeingang,

- daß der Bootstrap (Bos) zu Beginn des Steuerbetriebes das Exe-Engine-Objekt (ExE) startet, welches zunächst den Watchdog (Wd) startet, welcher beim Überschreiten der Zykluszeit das Exe-Engine-Objekt (ExE) zurücksetzt, und
5 anschließend zyklisch
 - die Eingänge des Prozeßabbildes aktualisiert,
 - für den Fall einer zyklischen Bearbeitung des Steuerprogramms jeweils einen Bearbeitungsschritt der Software-Funktionsbaustein-Objekte (SF01, ..., SF04) be-
10 arbeitet,
 - für den Fall einer interruptgesteuerten Bearbeitung des Steuerprogramms Änderungen von Signalzuständen an den Eingängen feststellt und die diesen Eingängen zugeordneten Software-Funktionsbaustein-Objekte (SF01,
15 ..., SF04) bearbeitet,
 - die Ausgänge des Prozeßabbildes aktualisiert.
15. Intelligentes Feldgerät nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß das Exe-Engine-Objekt (ExE) sowie der
20 Watchdog (Wd) als „threads“ ausgebildet sind.
16. Intelligentes Feldgerät nach einem der Ansprüche 13 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Kommunikationsschnittstelle eine TCP/IP-Protokoll-Kommunikation ermöglicht.
25
17. Intelligentes Feldgerät nach einem der Ansprüche 13 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Software-Funktionsbausteine (SF01, ..., SF04) Java-bytecodiert sind und in der Programmiersprache „JAVA C“ oder in einer Programmier-
30 sprache nach der Norm IEC 1131 erstellbar sind.

18. Automatisierungssystem

- mit mindestens einem Automatisierungsgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
- mit mindestens einem Programmiergerät nach einem der Ansprüche 6 bis 9 und/oder
- mit mindestens einem Bedien- und Beobachtungsgerät nach einem der Ansprüche 10 bis 12.

19. Automatisierungssystem nach Anspruch 18 mit mindestens einem intelligenten Feldgerät nach einem der Ansprüche 13 bis 17.

20. Automatisierungsverbund

- mit einem Automatisierungssystem nach Anspruch 18 oder 19 und
- mit mindestens einer Workstation und/oder einem Server, welche Mittel zum Erstellen und Bearbeiten von objekt-orientierten Software-Funktionsbausteinen (SF01, ..., SF04) aufweisen.

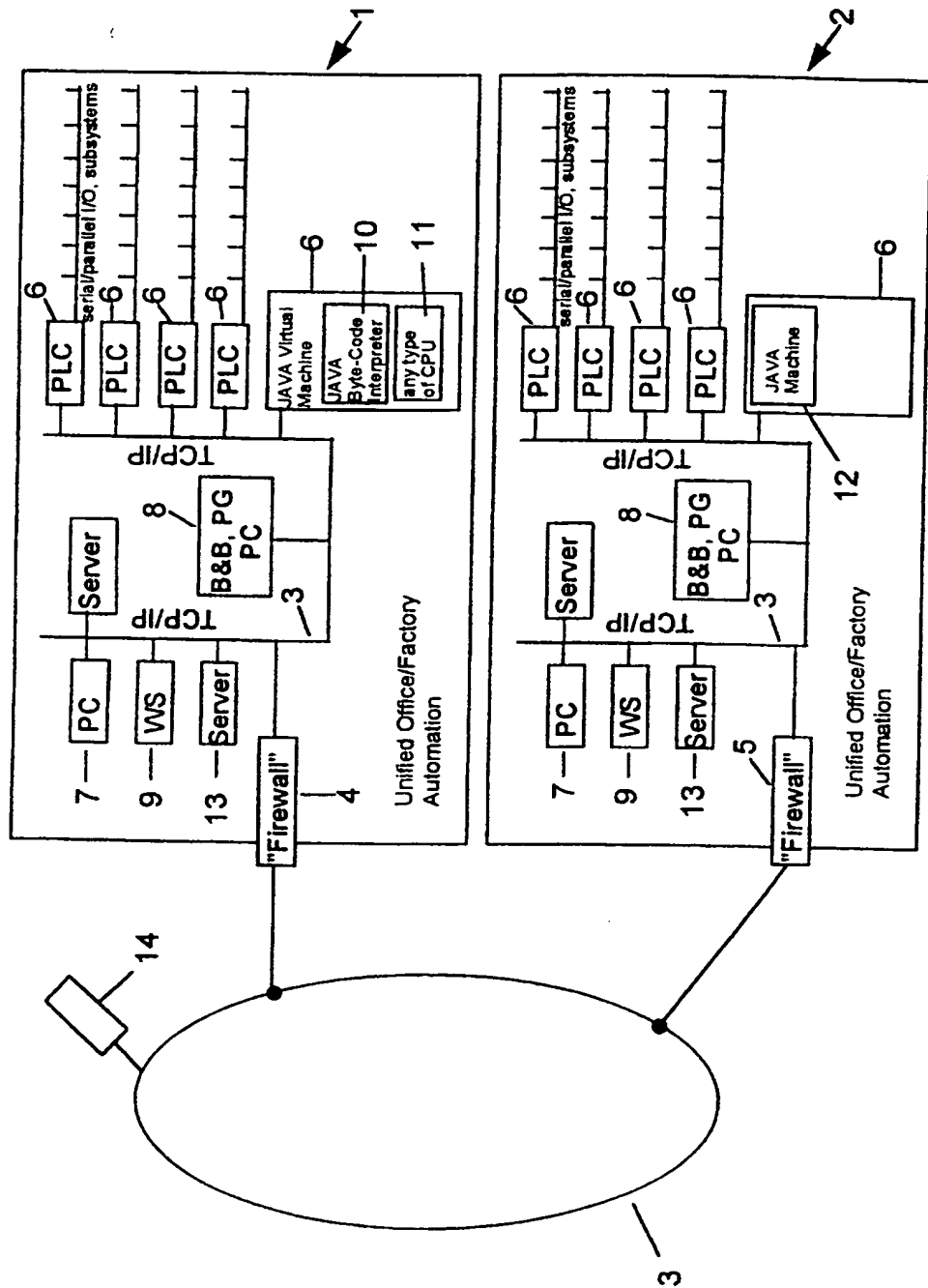


FIG 1

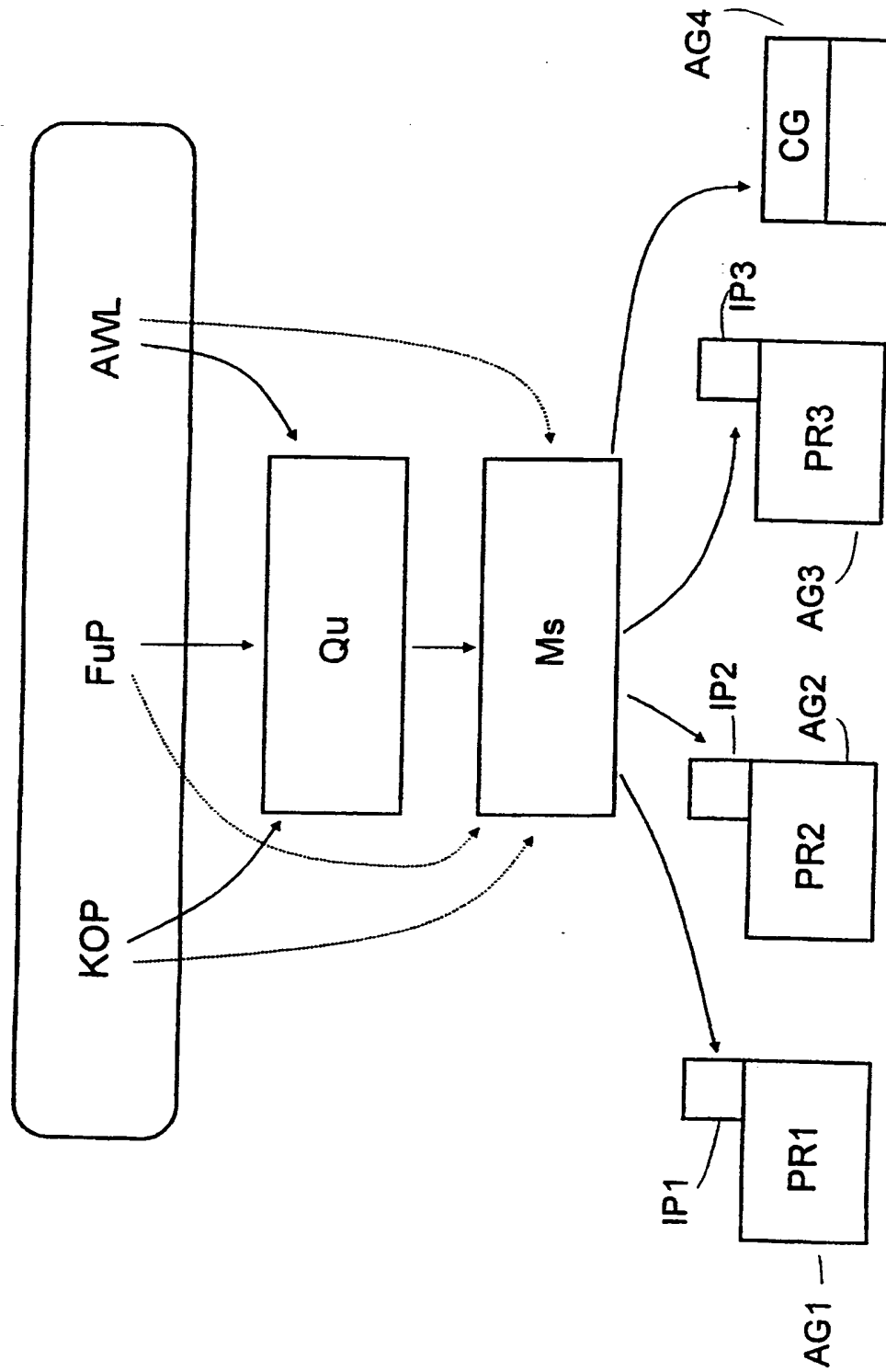


FIG 2

3/4

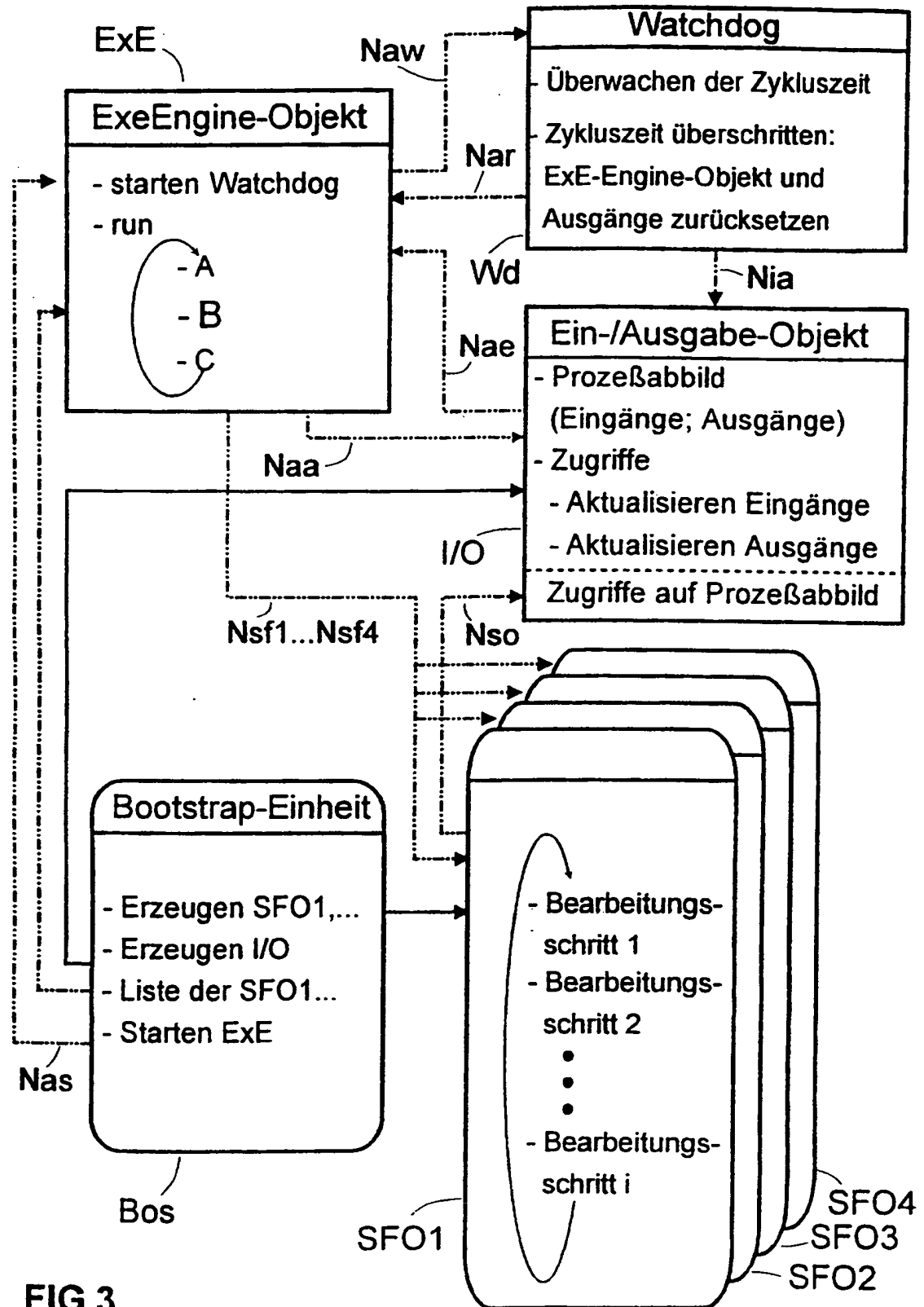


FIG 3

4/4

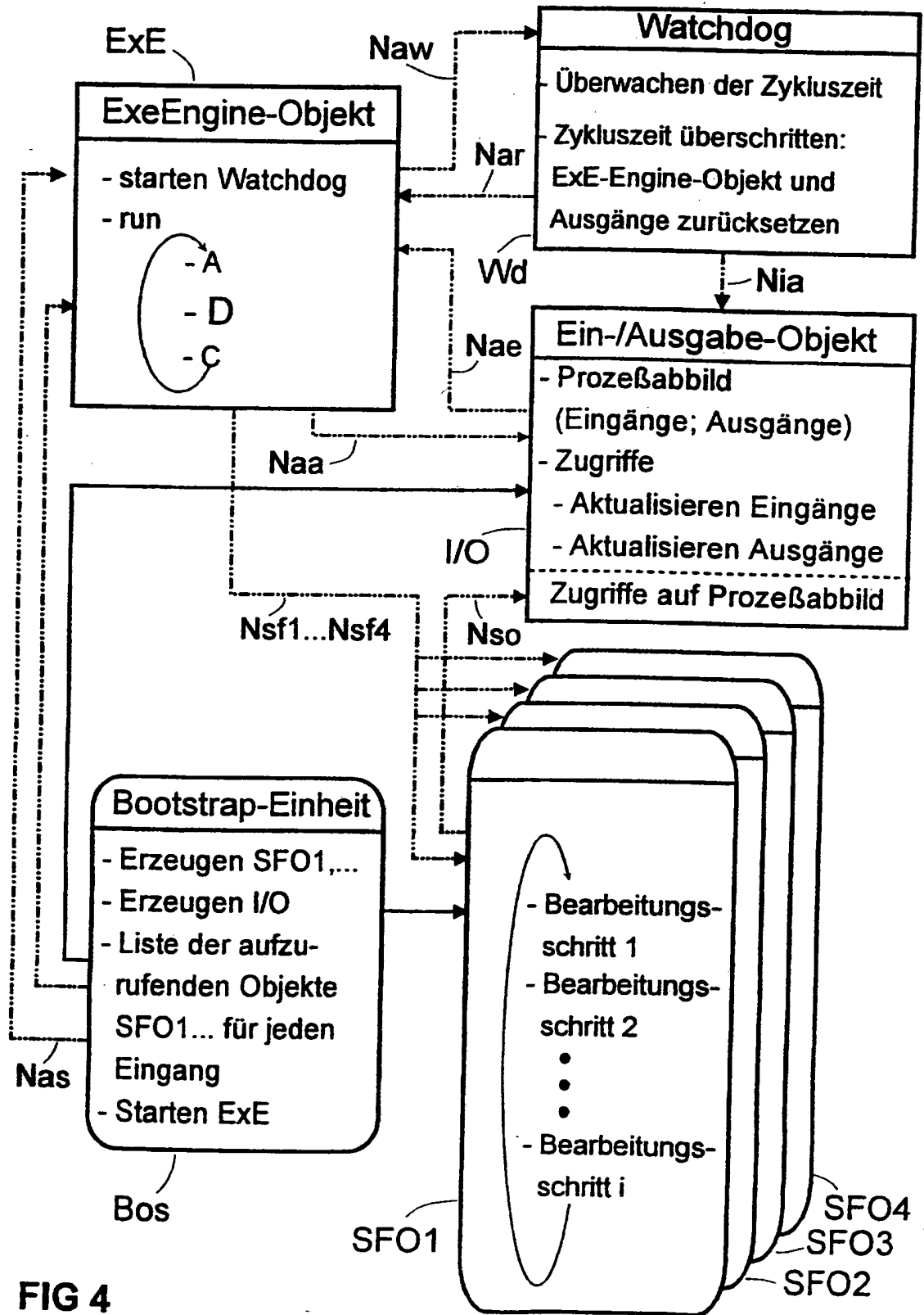


FIG 4

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 IPC 6 G05B19/418

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 G05B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 5 297 257 A (STRUGER ODO J ET AL) 22 March 1994 see column 3, line 9 - column 4, line 55; claims 1-6; figure 1 ---	1,6,10, 13,18-20
Y	1995 IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON SYSTEMS, MAN AND CYBERNETICS, VANCOUVER, OCT. 22 - 25, 1995, vol. 1, 22 October 1995, INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS, pages 964-969, XP000586326 GAINES B R ET AL: "MEDIATOR: AN INTELLIGENT INFORMATION SYSTEM SUPPORTING THE VIRTUAL MANUFACTURING ENTERPRISE" see page 965, left-hand column, paragraph 7 - page 969, paragraph 2; figures 1,2,5,7 --- -/--	1,6,10, 13,18-20

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

A document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

10 June 1997

Date of mailing of the international search report

30.06.97

Name and mailing address of the ISA

 European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
 Fax (+ 31-70) 340-3016

Authorized officer

Nettesheim, J

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 667 693 A (EMHART GLASS MACH INVEST) 16 August 1995 see page 2, column 2, line 27 - page 2, column 2, line 42; figure 1 ---	1,4,6,8, 10,11, 13,16
A	DATABASE INSPEC INSTITUTE OF ELECTRICAL ENGINEERS, STEVENAGE, GB Inspec No. 5028860, VAN HOFF A: "Java and Internet programming" XP002032731 see abstract & DR. DOBB'S JOURNAL, AUG. 1995, USA, vol. 20, no. 8, ISSN 1044-789X, pages 56, 58, 60-61, 101 - 102, -----	1,5,6,9, 10,12, 13,17

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5297257 A	22-03-94	NONE	
EP 0667693 A	16-08-95	US 5475601 A	12-12-95
		JP 7267653 A	17-10-95

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 6 G05B19/418

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 6 G05B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US 5 297 257 A (STRUGER ODO J ET AL) 22.März 1994 siehe Spalte 3, Zeile 9 - Spalte 4, Zeile 55; Ansprüche 1-6; Abbildung 1 ---	1,6,10, 13,18-20
Y	1995 IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON SYSTEMS, MAN AND CYBERNETICS, VANCOUVER, OCT. 22 - 25, 1995, Bd. 1, 22.Oktober 1995, INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS, Seiten 964-969, XP000586326 GAINES B R ET AL: "MEDIATOR: AN INTELLIGENT INFORMATION SYSTEM SUPPORTING THE VIRTUAL MANUFACTURING ENTERPRISE" siehe Seite 965, linke Spalte, Absatz 7 - Seite 969, Absatz 2; Abbildungen 1,2,5,7 --- -/-	1,6,10, 13,18-20

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"a" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

10.Juni 1997

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

30.06.97

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+ 31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Nettesheim, J

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 0 667 693 A (EMHART GLASS MACH INVEST) 16.August 1995 siehe Seite 2, Spalte 2, Zeile 27 - Seite 2, Spalte 2, Zeile 42; Abbildung 1 ----	1,4,6,8, 10,11, 13,16
A	DATABASE INSPEC INSTITUTE OF ELECTRICAL ENGINEERS, STEVENAGE, GB Inspec No. 5028860, VAN HOFF A: "Java and Internet programming" XP002032731 siehe Zusammenfassung & DR. DOBB'S JOURNAL, AUG. 1995, USA, Bd. 20, Nr. 8, ISSN 1044-789X, Seiten 56, 58, 60-61, 101 - 102, -----	1,5,6,9, 10,12, 13,17

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5297257 A	22-03-94	KEINE	
EP 0667693 A	16-08-95	US 5475601 A	12-12-95
		JP 7267653 A	17-10-95